

JP 2007-618 A 2007.1.11

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-618

(P2007-618A)

(43) 公開日 平成19年1月11日(2007.1.11)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 L 2/08 (2006.01)	A 6 1 L 2/08	4 B 0 2 1
A 2 3 L 3/28 (2006.01)	A 2 3 L 3/28	4 C 0 5 8

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2006-138868 (P2006-138868)	(71) 出願人	301021533
(22) 出願日	平成18年5月18日 (2006. 5. 18)		独立行政法人産業技術総合研究所
(31) 優先権主張番号	特願2005-148848 (P2005-148848)		東京都千代田区霞が関1-3-1
(32) 優先日	平成17年5月23日 (2005. 5. 23)	(72) 発明者	村井 健介
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		大阪府池田市森丘1丁目8番31号 独立行政法人産業技術総合研究所関西センター内
		(72) 発明者	宮野 泰征
			大阪府池田市森丘1丁目8番31号 独立行政法人産業技術総合研究所関西センター内
		Fターム (参考)	4B021 LP10 MC01 MP10 4C058 AA01 BB06 KK01

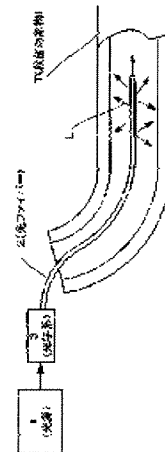
(54) 【発明の名称】 殺菌方法

(57) 【要約】

【課題】紫外線レーザー光と光ファイバーとを用い、既設配管などの殺菌に適した殺菌方法及び殺菌装置を提供すること。

【解決手段】光源(1)から出力されるレーザー光を光ファイバー(2)の一端に投入し、光ファイバー(2)を伝送した後のレーザー光(L)を、空調機ダクトなどの殺菌対象物(T)に照射する殺菌方法において、レーザー光の波長が200nm以上300nm以下の範囲の波長であり、光強度がレーザー光の1パルスのエネルギーをパルス幅及びコア断面積の積で除した値が 10^6 W/cm^2 以下の光強度であり、前記殺菌対象物上での2時間以内の総照射エネルギー密度が 1 mJ/cm^2 以上である。

【選択図】 図1



JP,2007-000618,A

☒ STANDARD
 ☐ ZOOM-UP
 ☐ ROTATION
 ☐ No Rotation
 ☐ REVERSAL

RELOAD

PREVIOUS PAGE

NEXT PAGE

DETAIL

(2)

JP 2007-618 A 2007.1.11

【特許請求の範囲】

【請求項1】

光源から出力されるレーザー光を光ファイバーの一端に入力し、該光ファイバーを伝送した後のレーザー光を、殺菌対象物に照射する殺菌方法であって、

前記レーザー光の波長が、200nm以上300nm以下の範囲の波長であり、

光ファイバーを伝送する光強度が、前記レーザー光の1パルスのエネルギーをパルス幅及びコア断面積の積で除した値が 10^{-9} W/cm^2 以下であることを特徴とする殺菌方法。

【請求項2】

前記レーザー光の波長が、266nm、263nm、262nm、258nm、248nm¹⁰または244nmであることを特徴とする請求項1に記載の殺菌方法。

【請求項3】

前記レーザー光が連続発振レーザー光、又は、前記レーザー光のパルスの繰り返し周波数が1kHz以上であることを特徴とする請求項1又は2に記載の殺菌方法。

【請求項4】

前記殺菌対象物上での2時間以内の前記レーザー光の総照射エネルギー密度が 1 mJ/cm^2 以上であることを特徴とする請求項1～3の何れかの項に記載の殺菌方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、紫外線レーザー光を光ファイバーを介して伝送することにより、配管などの内部を殺菌する殺菌方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、発電所などのプラントや、病院や飲食店などの施設において、空調機ダクトや水系配管などの内部に微生物や黴が発生し、これが居住空間や外部環境の汚染原因、また人体へのアレルギーの原因となることが問題となっている。このような建物内部の配管の交換には、環境負荷の小さい殺菌技術が求められている。

【0003】

関連する従来技術としては、配管内などの熱による殺菌方法が使用できない箇所では、³⁰ 薬剤やオゾン水などによる水道管の殺菌やヌメリ取りが知られている。しかし、これらの殺菌方法では、排出される処理液が環境や配管自体に悪影響を与える可能性がある。

【0004】

一方、紫外線による殺菌方法は、これらの薬剤やオゾン水などによる殺菌方法に比べて、微生物のみに作用するので環境負荷が小さく、望ましい。例えば、下記特許文献1～3には、光ファイバーを用いて紫外線を伝送して殺菌する殺菌装置及び殺菌方法が開示されている。

【0005】

さらに、下記特許部文献1～3では光ファイバーによる紫外線の照射範囲が狭く、照射量も十分確保できない問題点を改善するために、下記特許文献4には、コアの一部を露出⁴⁰ させた種々の形態の光ファイバーが開示されている。

【特許文献1】実開平5-15959号公報

【特許文献2】特開平8-66462号公報

【特許文献3】特開平8-266595号公報

【特許文献4】特開2005-13723号公報

【発明の開示】

JP,2007-000618,A

● STANDARD ● ZOOM-UP ROTATION No Rotation ☐ REVERSAL

RELOAD

PREVIOUS PAGE

NEXT PAGE

DETAIL

(3)

JP 2007-618 A 2007.1.11

ない問題がある。また、上記特許文献1～4には、適切な殺菌条件に関して何ら開示されていない。

【0007】

一方、光ファイバーによる紫外線の伝送に関しては、近年、紫外(UV)領域の光ファイバーの耐性が向上している。例えば、波長266nmレーザーで1W(パルス20μJ、繰り返し周波数50kHz)程度の伝送が可能となってきた。

【0008】

本発明は、上記の課題を解決すべく、UV光を伝送可能な光ファイバーと繰り返し周波数の高い紫外レーザー装置とを用い、所定の紫外線量を伝送することにより、空調機ダクトなどの既設配管などに適した殺菌方法を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の目的は、以下の手段によって達成される。

【0010】

即ち、本発明の殺菌方法は、光源から出力されるレーザー光を光ファイバーの一端に入力し、該光ファイバーを伝送した後のレーザー光を、殺菌対象物に照射する殺菌方法であって、前記レーザー光の波長が、200nm以上300nm以下の範囲の波長であり、前記レーザー光の1パルスのエネルギーをパルス幅及びコア断面積の積で除した値が 10^9 W/cm²以下であることを特徴としている。

20

【0011】

前記レーザー光の波長は、266nm、263nm、262nm、258nm、248nmまたは244nmであることが望ましい。

【0012】

また、前記レーザー光は、連続発振レーザー光、又は、パルスの繰り返し周波数が1kHz以上のレーザー光であることが望ましい。

【0013】

また、殺菌対象物上での2時間以内の前記レーザー光の総照射エネルギー密度は、 1 mJ/cm^2 以上であることが望ましい。

【発明の効果】

【0014】

30

本発明の殺菌装置によれば、紫外線レーザー光と光ファイバーとを用い、殺菌に適した条件でレーザー光を照射させることによって、空調機ダクトなどの既設配管などの対象物に対して低環境負荷の殺菌が可能となる。

【0015】

さらに、本発明の殺菌装置を使用することにより、内視鏡などの高価な医療用機器類の稼働率を大幅に向上させることが出来る。従来は、これらの医療機器類に付設されたカテーテルの滅菌は、一回の使用毎に長時間の処理を要していた。その結果、高価な医療機器本体の利用効率(或いは医療行為に使用されている実働時間率)は、低かった。しかるに、本発明によれば、医療機器類に付属しているカテーテルの滅菌を短時間内に行うことが可能になるので、衛生上の問題を生ずることなく、医療機器類の利用効率を高めることが出来る。

40

【0016】

また、本発明は、院内感染などの危険性がある医療現場における滅菌技術としても、有用である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

JP,2007-000618,A

● STANDARD ● ZOOM-UP ROTATION No Rotation ■ REVERSAL

RELOAD

PREVIOUS PAGE

NEXT PAGE

DETAIL

(4)

JP 2007-618 A 2007.1.11

ファイバー 2 と、光源 1 から出力される UV レーザー光を集光して光ファイバー 2 の一端に入射する光学系 3 とを備えている。図 1 では、光ファイバーの一部が挿入され、殺菌される対象物を、符号 T を付して一部破断して示している。また、L は光ファイバー 2 から射出される UV レーザー光であり、光ファイバー 2 の先端に限らず、外周側壁からも射出される。

【0019】

次に、図 1 に示した殺菌装置を用いて殺菌を行う殺菌方法に必要な条件に関して説明する。

【0020】

光ファイバー 2 は、波長 200 nm 以上の光を伝送する特性を有していることが必要である。また、光触媒を用いない殺菌効果には波長 300 nm 以下が必要であるため、波長 200 nm 以上 300 nm 以下の範囲の光を効率よく伝送する特性を有することが望ましい。

【0021】

光源 1 に関しては、KrF エキシマレーザー、アルゴンレーザーなどの気体レーザーおよび YAG レーザー、YVO₄ レーザーなどの固体レーザーを用いることができる。気体レーザーでは、波長 248 nm の KrF エキシマレーザー、波長 244 nm のアルゴンレーザーの 2 倍高調波などを用い、固体レーザーでは、YAG レーザー或いは YVO₄ レーザーの 4 倍高調波（波長 266 nm または 258 nm）、YLF レーザー（263 nm または 262 nm）などを用いる。光ファイバーに導入するには、比較的波長が長く集光性のよい YAG レーザー或いは YVO₄ レーザー或いは YLF レーザーがより望ましい。

【0022】

光源 1 の出力するレーザー光のパルス幅が短くなると、1 パルスで伝送できるエネルギーが少なくなるので、1 ns（ナノ秒）よりも長いパルス幅のレーザー光、より好ましくは連続発振レーザー光を用いるのがよい。

【0023】

光ファイバー 2 を損傷せずに曲げることができる曲率半径は、直径×200 で見積もることができる。例えば、直径 1 mm では、曲率半径が 200 mm となる。光ファイバー（コア）の直径が大きければ伝送光量が大きくなるが、曲率半径も大きくなるので、コア径は 1 mm 以下が望ましく、500 μm 程度がより望ましい。

【0024】

電場強度が強くなると光ファイバーが壊れるので、瞬間的な光強度は高くない方が望ましい。直径 1 mm のコア（断面積 0. 0079 cm²）では、100 mJ / 10 ns 程度で破壊されると考えられるので、パルスエネルギー / （パルス幅×コア断面積）が 1. 3 × 10⁹ W / cm² 以下であることが必要不可欠である。このことから、光ファイバー中を伝送する光強度は、10⁹ W / cm² 以下であることが望ましい。

【0025】

なお、連続レーザー光を用いる場合には、1 秒間のレーザー光出力をパルスエネルギーに置き換えて考えればよい。

【0026】

微生物への総照射エネルギー密度は、単位面積あたりに照射した総エネルギー（すなわち総照射エネルギー密度）が重要となる。実施例 1 および実施例 2 として後述するように、総照射エネルギー密度は 1 mJ / cm² 以上であることが望ましく、10 mJ / cm² であることがより望ましい。総照射エネルギー密度は 1 mJ / cm² 以上であることが望ましく、10 mJ / cm² であることがより望ましい。尚、微生物の増殖プロセスから、この総照射エネルギー密度は 2 時間以内での合計値である。

JP,2007-000618,A

● STANDARD ● ZOOM-UP ROTATION No Rotation ☐ REVERSAL

RELOAD

PREVIOUS PAGE

NEXT PAGE

DETAIL

(5)

JP 2007-618 A 2007.1.11

ためには、繰り返し周波数が10 Hzのレーザー光よりも繰り返し周波数が1 kHzのレーザー光の方が、単位時間における照射光量が100倍大きくなり（従って、処理時間が100分の1になり）、望ましい。例えば、後述する実施例1の条件では、移動速度を100 mm/sec、又は照射面積を100倍に広げて（直径を10倍にして）照射しても殺菌効果を得ることが可能になる。従って、繰り返し周波数が1 kHz以上のレーザー光が望ましい。また、連続発振のレーザー光の方がより望ましい。

【0028】

光ファイバーからUVレーザー光を広範囲に射出させるには、上記特許文献4に開示されている種々の形態の光ファイバーを使用すればよい。例えば、光ファイバーの外周側壁に欠損部を作製して紫外光を漏れさせてもいいし、コアの先端部にレーザー光を周囲に拡散させる機構を取り付けてもいい。

【0029】

以下に試験例および実施例を示し、本発明の特徴とするところをより一層明確にする。

【0030】

【試験例1】

図2に示す様に、市販のYAGレーザー装置（Spectra Physics社製GCR-130）を光源として使用し、Nd:YAGレーザー光（波長266 nm、パルス幅10 ns）を反射鏡で誘導した後に凹レンズの光学系で拡大し、微生物を寒天培地上に塗布した試料（大腸菌＝約 10^8 cfu/mL、培地量＝0.3 mL）に照射した。パルスエネルギーを1 mJ、照射面積を約 10 cm^2 （直径：約36 mm）、1パルスの照射エネルギー密度を約 0.1 mJ/cm^2 とした。100パルス（総照射エネルギー密度が 10 mJ/cm^2 ）以上照射した段階で殺菌効果が現われ、1000パルス（総照射エネルギー密度が 100 mJ/cm^2 ）を照射した段階で完全に殺菌することができた。

【0031】

【実施例1】

試験例1と同じYAGレーザー装置を光源として使用し、図3に示す様に、発生させたレーザー光を光ファイバーで伝送して、寒天培地上に塗布した試料（大腸菌、約 10^8 cfu/mL、0.3 mL）に照射して描画した。レーザー光はNd:YAGレーザー光（波長266 nm、パルス幅を10 ns、繰り返し周波数を10 Hz）であり、1パルスの照射エネルギー密度が約 0.21 mJ/cm^2 （パルスエネルギーを6.5 μJ 、光ファイバー先端から照射するビームの直径を2 mm（照射面積：約 0.031 cm^2 ）とした）として、1 mm/secの移動速度で寒天培地上のビーム照射位置を移動させた。その結果、寒天培地上でビームを走査させた軌跡が明確に現われた。これは、1箇所におけるビームの照射時間は2秒であり、総照射エネルギー密度 4.2 mJ/cm^2 で殺菌されたことを意味する。

【0032】

本実施例では、発生したレーザー光のエネルギーの1500分の1程度しか使用していない。例えば、光ファイバーを束ねて伝送光量を増やせば、同じレーザー装置を用いて1000倍程度殺菌速度を速くすることも可能である。また、1パルスを多数に分割してパルス数を増やして（繰り返し周波数を増加して）各パルスのエネルギーを低減すれば、1本の光ファイバーに伝送できる光量が増加し、殺菌速度が速くなると期待できる。

【0033】

【実施例2】

図4に示す様に、Nd:YAGレーザー装置（Spectra Physics社製GCR-130）の4倍高調波（波長266 nm、パルス幅10 ns）を光源として使用し、パワーメーター4によりレーザー出力を100 mW（10 mJ、10 Hz、ビーム径9

JP,2007-000618,A

● STANDARD ● ZOOM-UP ROTATION No Rotation ■ REVERSAL

RELOAD

PREVIOUS PAGE

NEXT PAGE

DETAIL

(6)

JP 2007-618 A 2007.1.11

ア径400 μ m、長さ2m)であり、面積比により光ファイバーに導入した1パルスエネルギーは、本実施例および下記の比較例1～2におけるどの波長においても、20 μ Jとした。また、本実施例における光ファイバー1mあたりの透過率は、96.0%であった。

【0035】

光ファイバーの出力端にコリメーターレンズ(三菱電線(株)製D-95MHL S19 D30F)を取り付け、XYステージ上においた内径9cmの滅菌シャーレ上の試料(大腸菌数=約 10^8 cfu/mL、培地量=0.3mL)にレーザー光を照射した。照射の際には、XYステージの上でのシャーレの移動方向と速度とをコンピュータにより制御して、一辺の大きさ約4cmの“M”の文字を描いた。

19

【0036】

レーザー光照射後、37℃で48時間培養し、培地の状況を観察したところ、露光量が一定値以上の場合に、培地表面に“M”の文字が明確に認められ、殺菌効果が得られていることが確認できた。

【0037】

本実施例における結果を比較例1～2の結果とともに、後記表1に示す。

【0038】

【比較例1】～【比較例2】

試料に対するYAGレーザー照射の条件を変える以外は、実施例2と同様にして、殺菌試験を行った。結果を表1に示す。なお、比較例1と比較例2において、シャーレの移動速度が0.1mm/sec以上である場合に、殺菌効果が認められなかったもので、それ以上の速度の場合の結果は示していない。

20

【0039】

JP,2007-000618,A

☒ STANDARD ☒ ZOOM-UP ☐ ROTATION ☐ No Rotation ☐ REVERSAL

RELOAD

PREVIOUS PAGE

NEXT PAGE

DETAIL

(7)

JP 2007-618 A 2007.1.11

【表1】

	実施例 2	比較例 1	比較例 2
Nd:YAG レーザー (波長)	4 倍高調波 (266nm)	3 倍高調波 (355nm)	2 倍高調波 (532nm)
1 パルスエネルギー	20 μ J	20 μ J	20 μ J
ビーム径	3mm	4mm	5mm
1 パルス露光量	0.23mJ/cm ²	0.14mJ/cm ²	0.094mJ/cm ²
シャーレ 移動速度	観察結果 (全露光量)	観察結果 (全露光量)	観察結果 (全露光量)
0.1 mm/sec	強い効果あり (70 mJ/cm ²)	効果なし (56 mJ/cm ²)	効果なし (47 mJ/cm ²)
0.3 mm/sec	強い効果あり (23 mJ/cm ²)	—	—
1.0 mm/sec	効果あり (7.0 mJ/cm ²)	—	—
3.0 mm/sec	弱い効果あり (2.3 mJ/cm ²)	—	—
10 mm/sec	効果なし (0.70mJ/cm ²)	—	—

【0040】

表1に示す結果から、実施例2では、全露光量約2mJ/cm²以上で殺菌効果を示している。

【0041】

なお、本実施例においても、発生したレーザー光のエネルギーのごく一部を使用しているに過ぎない。従って、実施例1の場合と同様に、例えば、光ファイバーを束ねて伝送光量を増やすことにより、同じレーザー装置を用いて殺菌速度を大幅に向上させることも可能である。また、1パルスを多数に分割してパルス数を増やして（繰り返し周波数を増加して）各パルスのエネルギーを低減すれば、1本の光ファイバーに伝送できる光量が増加し、殺菌速度を高めることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】本発明の実施の形態に係る殺菌方法で使用する殺菌装置の概略構成を示すブロック図である。

JP,2007-000618,A

☒ STANDARD ☐ ZOOM-UP ROTATION ☐ No Rotation ☐ REVERSAL

RELOAD

PREVIOUS PAGE

NEXT PAGE

DETAIL

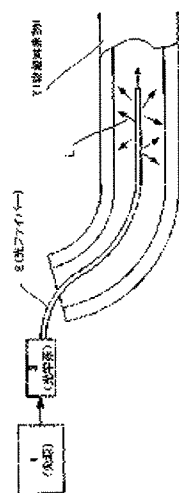
(8)

JP 2007-618 A 2007.1.11

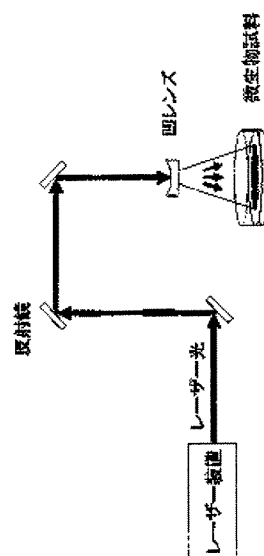
【0043】

- 1 光源
- 2 光ファイバー
- 3 光学系
- 4 パワーメーター
- 5 パワーメーター

【図1】



【図2】



JP,2007-000618,A

● STANDARD ● ZOOM-UP ROTATION No Rotation ☐ REVERSAL

RELOAD

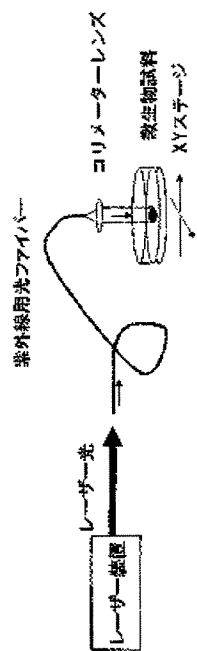
PREVIOUS PAGE

NEXT PAGE

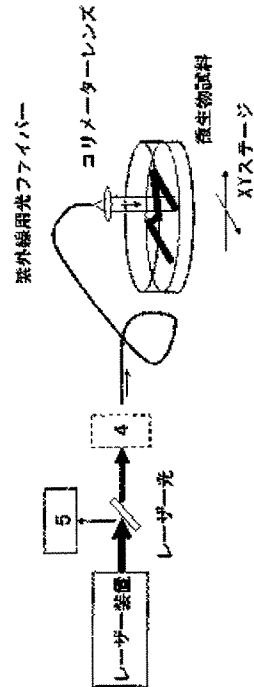
DETAIL

(9) JP 2007-618 A 2007.1.11

【図 3】



【図 4】



JP,2007-000618,A

● STANDARD ● ZOOM-UP ROTATION No Rotation ■ REVERSAL

RELOAD PREVIOUS PAGE NEXT PAGE DETAIL